

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-353897

(43)Date of publication of application : 06.12.2002

(51)Int.Cl.

H04B 10/04

H04B 1/04

H04B 10/06

H04B 10/142

H04B 10/152

(21)Application number : 2001-160628

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP  
<NTT>

(22)Date of filing : 29.05.2001

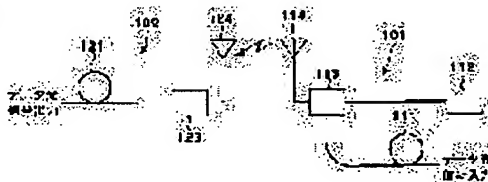
(72)Inventor : HIRATA AKIHIKO  
HARADA MITSURU  
NAGATSUMA TADAO

## (54) ELECTROMAGNETIC WAVE TRANSMITTER, ELECTROMAGNETIC WAVE RECEIVER AND RADIO COMMUNICATION SYSTEM

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide the electromagnetic wave transmitter/receiver of a millimeter waveband, whose communication speed is not limited by component parts and the band of a transmission cable.

SOLUTION: In the electromagnetic wave transmitter 101, a data optical signal with which a data signal is overlapped is inputted from an optical fiber 111, converted into a radio signal and radiated from a transmission side antenna 114. The transmitter is provided with an optical signal generator 112 for generating an optical sub-carrier signal being a radio carrier and a radio signal generator 113 for inputting the optical sub-carrier signal generated in the optical signal generator 112 and the data optical signal and for outputting the radio signal with which the data signal is overlapped to the transmission side antenna 114.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

10.12.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3778813

[Date of registration]

10.03.2006

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-353897

(P2002-353897A)

(43)公開日 平成14年12月6日(2002.12.6)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームト*(参考)		
H 0 4 B	10/04	H 0 4 B	1/04	Z	5 K 0 0 2
	1/04		9/00	L	5 K 0 6 0
	10/06				
	10/142				
	10/152				

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 10 頁)

(21)出願番号 特願2001-160628(P2001-160628)

(22)出願日 平成13年5月29日(2001.5.29)

(71)出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(72)発明者 枚田 明彦

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日

本電信電話株式会社内

(72)発明者 原田 充

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日

本電信電話株式会社内

(74)代理人 100077481

弁理士 谷 義一 (外1名)

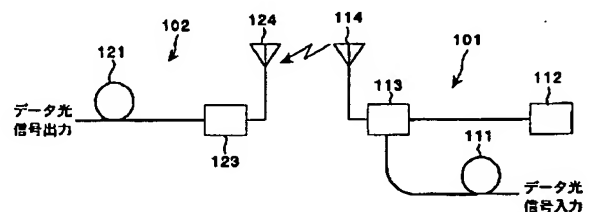
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 電磁波送信機、電磁波受信機及び無線通信システム

(57)【要約】

【課題】 構成部品及び伝送ケーブルの帯域により通信速度が制限されることのないミリ波帯の電磁波送受信機を提供する。

【解決手段】 データ信号が重畳されたデータ光信号を、光ファイバ111から入力し、無線信号に変換して送信側アンテナ114より放射する電磁波送信機101において、無線搬送波となる光サブキャリア信号を発生する光信号発生器112と、該光信号発生器112で発生させた前記光サブキャリア信号と前記データ光信号とを入力し、前記データ信号が重畳された無線信号を前記送信側アンテナ114に出力する無線信号発生器113とを備えた。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 データ信号が重畳されたデータ光信号を、光ファイバから入力し、無線信号に変換して送信側アンテナより放射する電磁波送信機において、無線搬送波となる光サブキャリア信号を発生する光信号発生器と、

該光信号発生器で発生させた前記光サブキャリア信号と前記データ光信号とを入力し、前記データ信号が重畳された無線信号を前記送信側アンテナに出力する無線信号発生器とを備えたことを特徴とする電磁波送信機。

【請求項 2】 データ信号が重畳されたデータ光信号を、光ファイバから入力し、無線信号に変換して送信側アンテナより放射する電磁波送信機において、前記データ光信号を入力し、無線搬送波となる光サブキャリア信号に重畳するデータ信号変調光信号発生器と、該データ信号変調光信号発生器から前記データ光信号が重畳された光サブキャリア信号を入力し、前記データ信号が重畳された無線信号を前記送信側アンテナに出力する無線信号発生器とを備えたことを特徴とする電磁波送信機。

【請求項 3】 前記無線信号発生器は、前記データ光信号を第 1 の電気信号に変換する第 1 の O/E コンバータと、該第 1 の O/E コンバータで変換された前記第 1 の電気信号により、前記光サブキャリア信号を変調する光変調器と、該光変調器で変調された光サブキャリア信号を第 2 の電気信号に変換する第 2 の O/E コンバータと、該第 2 の O/E コンバータで変換された前記第 2 の電気信号を増幅して、前記データ信号が重畳された無線信号を出力する増幅器とを含むことを特徴とする請求項 1 に記載の電磁波送信機。

【請求項 4】 前記無線信号発生器は、前記データ光信号と前記光サブキャリア信号とを合波して光信号を出力する光カプラと、該光カプラから出力された前記光信号をミキシングして電気信号に変換する第 3 の O/E コンバータと、該第 3 の O/E コンバータで変換された前記電気信号を増幅して、前記データ信号が重畳された無線信号を出力する増幅器とを含むことを特徴とする請求項 1 に記載の電磁波送信機。

【請求項 5】 前記無線信号発生器と前記光信号発生器とは、同一のモジュールで構成され、該モジュール内を伝送する光信号は、光ファイバまたは光導波路により伝送されることを特徴とする請求項 3 または 4 に記載の電磁波送信機。

【請求項 6】 前記第 2 の O/E コンバータと前記増幅器とは、同一のモジュールで構成され、前記光変調器と光ファイバにより接続されていることを特徴とする請求項 3 に記載の電磁波送信機。

【請求項 7】 前記第 3 の O/E コンバータと前記増幅器とは、同一のモジュールで構成され、前記光変調器と光ファイバにより接続されていることを特徴とする請求項 4 に記載の電磁波送信機。

【請求項 8】 前記データ信号変調光信号発生器は、前記データ光信号を第 4 の電気信号に変換する第 4 の O/E コンバータと、該第 4 の O/E コンバータで変換された前記第 4 の電気信号を入力し、前記データ信号が重畳された光サブキャリア信号を発生する光信号発生器とを含み、

前記無線信号発生器は、前記光信号発生器から前記データ光信号が重畳された光サブキャリア信号を入力し、第 5 の電気信号に変換する第 5 の O/E コンバータと、該第 5 の O/E コンバータで変換された前記第 5 の電気信号を増幅して、前記データ信号が重畳された無線信号を出力する増幅器とを含むことを特徴とする請求項 2 に記載の電磁波送信機。

【請求項 9】 前記第 2 の O/E コンバータと前記増幅器とを、単一キャリア走行フォトダイオードを用いた第 6 の O/E コンバータで置き換え、該第 6 の O/E コンバータは、前記光変調器で変調された光サブキャリア信号を入力し、前記データ信号が重畳された無線信号を出力することを特徴とする請求項 3、5 または 6 に記載の電磁波送信機。

【請求項 10】 前記光信号発生器は、能動モードロックレーザ、受動モードロックレーザまたはモードロックレーザの発生した光信号を通倍することのいずれかにより、光サブキャリア信号を発生することを特徴とする請求項 1 または 3 ないし 7 のいずれかに記載の電磁波送信機。

【請求項 11】 前記光信号発生器は、2つの異なる波長のレーザ発振線のミキシングにより、光サブキャリア信号を発生することを特徴とする請求項 1 または 3 ないし 7 のいずれかに記載の電磁波送信機。

【請求項 12】 受信側アンテナで受信した無線信号を復調し、データ信号が重畳されたデータ光信号に変換して、光ファイバに出力する電磁波受信機において、前記受信側アンテナから入力した前記無線信号を検波して電気信号に変換するミリ波検出器と、

該ミリ波検出器で変換された前記電気信号を増幅する増幅器と、

該増幅器で増幅された前記電気信号を光信号に変換して、前記データ信号が重畳された前記データ光信号を前記光ファイバに出力する E/O コンバータとを備えたことを特徴とする電磁波受信機。

【請求項 13】 前記ミリ波検出器は、局部発振信号を発生すると発振器と、該発振器からの前記局部発振信号で前記無線信号を検波して電気信号に変換するミキサとを含むことを特徴とする請求項 12 に記載の電磁波受信機。

【請求項14】 請求項1ないし11のいずれかに記載の電磁波送信機と請求項12または13に記載の電磁波受信機とを備え、前記送信側アンテナと前記受信側アンテナとは1つの共用アンテナを使用し、該共用アンテナに接続されたT/Rスイッチにより前記電磁波送信機の出力と前記電磁波受信機の入力とを切り替えることを特徴とする無線通信システム。

【請求項15】 マイクロ波送信機と請求項12または13に記載の電磁波受信機とを有する無線端末と、請求項1ないし11のいずれかに記載の電磁波送信機と、マイクロ波受信機と、該マイクロ波受信機の出力を光信号に変換する変換器とを有するアクセスポイントとを備えたことを特徴とする無線通信システム。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電磁波送信機、電磁波受信機及び無線通信システムに関し、より詳細には、高速広帯域の無線通信システムを構成する電磁波送信機、電磁波受信機及び無線通信システムに関する。

#### 【0002】

【従来の技術】ケーブルの設置が不要であり、端末の位置を制限しない無線通信システムが急速に普及している。しかし、画像や映像等の大容量の情報を扱うようになると、数GHzのマイクロ波を使用した無線通信システムでは、通信速度が律速となる。このため、マイクロ波より周波数の高いミリ波を使用することにより通信速度を上げる検討がなされている。

【0003】図15に、従来のワイヤレスホームネットワークで使用されている無線送受信機を示す。例えば、60GHzの周波数を用いたワイヤレスホームネットワークシステムを示す。このようなシステムで使用されている送信回路及び受信回路は、単一のアンテナを共有し、T/Rスイッチにより送受信の切り替えを行っているが、ここでは簡略化した回路で説明を行う。

【0004】無線送信機1501において、高周波用ケーブル1511を経て伝送されたデータ信号は、発振器1512により発生したキャリア信号とミキサ1513において重畳される。重畳されたデータ信号は、増幅器1514により増幅された後、アンテナ1515により電磁波として空間に放射される。無線受信機1502のアンテナ1525により受信された無線信号は、増幅器1524により増幅された後に、発振器1522により発生したキャリア信号によりミキサ1523においてデータ信号が復調され、高周波用ケーブル1521に出力される。

#### 【0005】

【発明が解決しようとする課題】上述したミリ波帯の無線通信システムにおいて、電気回路により形成された無線送受信機には、次のような問題がある。第1に、データ信号の帯域が増加すると、同軸ケーブルやツイストペア

ケーブルなどの電気ケーブルでは長距離の伝送が困難になる。

【0006】図16に、従来イーサネットで使用されているケーブルの規格を示す。伝送速度が10Mbpsから1Gbpsに上昇するにつれ、電気ケーブルでの伝送距離は短くなっている。電気ケーブルでの伝送距離は、同じ伝送速度の規格で比較すると、光ケーブルの伝送距離よりも短い。特に1Gbpsでは、電気ケーブルでは25mしか伝送できない。

10 【0007】第2に、データ信号の帯域が増加すると、無線送受信機の構成部品の帯域も拡大する必要がある。図15に示した無線通信システムでは、ミリ波帯のミキサ、発振器及び増幅器が必要となる。現在、増幅器は60GHzの領域が開発段階であり、100GHz以上では研究報告例があるのみである。また、発振器も100GHz以上は研究レベルにある。このように、使用する周波数が100GHz以上になると、電気回路により形成された無線送受信機の構成部品の帯域が不足するという問題が生じる。

20 【0008】現在、周波数60GHzの無線通信システムの開発が行われているが、このシステムでの最大通信速度は500Mbpsであり、ギガビットイーサネット（登録商標）のような1Gbps以上の通信を行うことは困難である。

【0009】本発明は、このような問題に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、ミリ波帯を使用した無線通信システムにおいて、構成部品及び伝送ケーブルの帯域により通信速度が制限されることのない電磁波送信機、電磁波受信機及び無線通信システムを提供することにある。

#### 【0010】

【課題を解決するための手段】本発明は、このような目的を達成するために、請求項1に記載の発明は、データ信号が重畳されたデータ光信号を、光ファイバから入力し、無線信号に変換して送信側アンテナより放射する電磁波送信機において、無線搬送波となる光サブキャリア信号を発生する光信号発生器と、該光信号発生器で発生させた前記光サブキャリア信号と前記データ光信号とを入力し、前記データ信号が重畳された無線信号を前記送信側アンテナに出力する無線信号発生器とを備えたことを特徴とする。

40 【0011】この構成によれば、周波数100GHz以上の光サブキャリア信号を光信号発生器により発生させるので、電氣的なシステムでは扱いが困難な帯域のサブキャリア信号を使用することができる。

【0012】請求項2に記載の発明は、データ信号が重畳されたデータ光信号を、光ファイバから入力し、無線信号に変換して送信側アンテナより放射する電磁波送信機において、前記データ光信号を入力し、無線搬送波となる光サブキャリア信号に重畳するデータ信号変調光信

号発生器と、該データ信号変調光信号発生器から前記データ光信号が重畳された光サブキャリア信号を入力し、前記データ信号が重畳された無線信号を前記送信側アンテナに出力する無線信号発生器とを備えたことを特徴とする。

【0013】この構成によれば、データ信号変調光信号発生器において、周波数100GHz以上の光サブキャリア信号にデータ光信号を重畳させるので、電気的なシステムでは扱いが困難な帯域のサブキャリア信号を使用することができる。

【0014】請求項3に記載の発明は、請求項1に記載の前記無線信号発生器は、前記データ光信号を第1の電気信号に変換する第1のO/Eコンバータと、該第1のO/Eコンバータで変換された前記第1の電気信号により、前記光サブキャリア信号を変調する光変調器と、該光変調器で変調された光サブキャリア信号を第2の電気信号に変換する第2のO/Eコンバータと、該第2のO/Eコンバータで変換された前記第2の電気信号を増幅して、前記データ信号が重畳された無線信号を出力する増幅器とを含むことを特徴とする。

【0015】請求項4に記載の発明は、請求項1に記載の前記無線信号発生器は、前記データ光信号と前記光サブキャリア信号とを合波して光信号を出力する光カプラと、該光カプラから出力された前記光信号をミキシングして電気信号に変換する第3のO/Eコンバータと、該第3のO/Eコンバータで変換された前記電気信号を増幅して、前記データ信号が重畳された無線信号を出力する増幅器とを含むことを特徴とする。

【0016】請求項5に記載の発明は、請求項3または4に記載の前記無線信号発生器と前記光信号発生器とは、同一のモジュールで構成され、該モジュール内を伝送する光信号は、光ファイバまたは光導波路により伝送されることを特徴とする。

【0017】請求項6に記載の発明は、請求項3に記載の前記第2のO/Eコンバータと前記増幅器とは、同一のモジュールで構成され、前記光変調器と光ファイバにより接続されていることを特徴とする。

【0018】請求項7に記載の発明は、請求項4に記載の前記第3のO/Eコンバータと前記増幅器とは、同一のモジュールで構成され、前記光変調器と光ファイバにより接続されていることを特徴とする。

【0019】請求項8に記載の発明は、請求項2において、前記データ信号変調光信号発生器は、前記データ光信号を第4の電気信号に変換する第4のO/Eコンバータと、該第4のO/Eコンバータで変換された前記第4の電気信号を入力し、前記データ信号が重畳された光サブキャリア信号を発生する光信号発生器とを含み、前記無線信号発生器は、前記光信号発生器から前記データ光信号が重畳された光サブキャリア信号を入力し、第5の電気信号に変換する第5のO/Eコンバータと、該第5

のO/Eコンバータで変換された前記第5の電気信号を増幅して、前記データ信号が重畳された無線信号を出力する増幅器とを含むことを特徴とする。

【0020】請求項9に記載の発明は、請求項3、5または6に記載の前記第2のO/Eコンバータと前記増幅器とを、単一キャリア走行フォトダイオードを用いた第6のO/Eコンバータで置き換え、該第6のO/Eコンバータは、前記光変調器で変調された光サブキャリア信号を入力し、前記データ信号が重畳された無線信号を出力することを特徴とする。

【0021】請求項10に記載の発明は、請求項1または3ないし7のいずれかに記載の前記光信号発生器は、能動モードロックレーザ、受動モードロックレーザまたはモードロックレーザにより発生した光信号を逡倍することのいずれかにより、光サブキャリア信号を発生することを特徴とする。

【0022】請求項11に記載の発明は、請求項1または3ないし7のいずれかに記載の前記光信号発生器は、2つの異なる波長のレーザ発振線のミキシングにより、光サブキャリア信号を発生することを特徴とする。

【0023】請求項12に記載の発明は、受信側アンテナで受信した無線信号を復調し、データ信号が重畳されたデータ光信号に変換して、光ファイバに出力する電磁波受信機において、前記受信側アンテナから入力した前記無線信号を検波して電気信号に変換するミリ波検出器と、該ミリ波検出器で変換された前記電気信号を増幅する増幅器と、該増幅器で増幅された前記電気信号を光信号に変換して、前記データ信号が重畳された前記データ光信号を前記光ファイバに出力するE/Oコンバータとを備えたことを特徴とする。

【0024】請求項13に記載の発明は、請求項12に記載の前記ミリ波検出器は、局部発振信号を発生すると発振器と、該発振器からの前記局部発振信号で前記無線信号を検波して電気信号に変換するミキサとを含むことを特徴とする。

【0025】請求項14に記載の発明は、請求項1ないし11のいずれかに記載の電磁波送信機と請求項12または13に記載の電磁波受信機とを備え、前記送信側アンテナと前記受信側アンテナとは1つの共用アンテナを使用し、該共用アンテナに接続されたT/Rスイッチにより前記電磁波送信機の出力と前記電磁波受信機の入力とを切り替えることを特徴とする。

【0026】請求項15に記載の発明は、マイクロ波送信機と請求項12または13に記載の電磁波受信機とを有する無線端末と、請求項1ないし11のいずれかに記載の電磁波送信機と、マイクロ波受信機と、該マイクロ波受信機の出力を光信号に変換する変換器とを有するアクセスポイントとを備えたことを特徴とする。

【0027】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しながら本発明

の実施形態について詳細に説明する。本発明において、データ信号は、光信号に重畳されたデータ光信号であり、光ファイバを通して無線信号発生器あるいは光信号発生器に入力される。データ光信号は、光サブキャリア信号に重畳された後、電磁波に変換されて空間に放射される。電磁波は、アンテナ及び検出器により電気信号に変換された後、E/O変換器によりデータ光信号に変換される。

【0028】図1に、本発明の第1の実施形態にかかる無線通信システムを示す。電磁波送信機101は、データ光信号を入力する光ファイバ111に接続された無線信号発生器113と、無線信号発生器113に接続された光サブキャリア信号を発生する光信号発生器112とを有し、無線信号発生器113には電磁波を放射するアンテナ114が接続されている。また、電磁波受信機102は、電磁波を受信するアンテナ124と、アンテナ124に接続された無線信号受信器123とを有し、無線信号受信器123にはデータ光信号を出力する光ファイバ121が接続されている。

【0029】このような構成により、データ光信号は、光ファイバ111から無線信号発生器113に入力される。光信号発生器112により発生された光サブキャリア信号も、無線信号発生器113に入力される。無線信号発生器113は、入力されたデータ光信号及び光サブキャリア信号から、データ信号が重畳された無線信号を発生し、アンテナ114に伝送する。アンテナ114から送信された無線信号は、電磁波受信機102のアンテナ124で受信された後、無線信号受信器123によりデータ光信号に変換されて光ファイバ121に出力される。

【0030】第1の実施形態では、データ光信号として光ファイバギガビットイーサネット1000Base-SXの規格を使用した。また、キャリア周波数及びサブキャリア周波数は120GHzのミリ波を使用した。第1の実施形態によれば、長距離のデータ信号伝送は、全て光ファイバであるギガビットイーサネットにより行われるため、電気ケーブルを利用した伝送と比較して長距離の伝送を行うことができる。また、サブキャリアとなる120GHzの光信号は、光信号発生器112により発生される。周波数100GHz以上の信号は、電氣的に発生させることは非常に困難であるが、光技術を用いれば比較的容易である。

【0031】第1の実施形態では、データ光信号として1000Base-SXの規格を使用した。光ファイバにより伝送される光信号であり、第1の実施形態の構成部品が有する帯域以下の光信号であれば、どのような光信号でも構わない。また、サブキャリア信号として周波数120GHzの光信号を用いたが、高周波データ信号の伝送が可能であれば、他の無変調光信号を用いてもよいことはいうまでもない。

【0032】第1の実施形態では、光信号発生器112には能動モードロックレーザ及び光通倍器を使用した。しかし、受動モードロックレーザなどの自励発振レーザを使用したり、または2つの異なる波長のレーザ発振線によるミキシングなど異なる発生方法を使用しても構わない。また、光信号発生器112から無線信号発生器113への光信号の伝送は、光ファイバ、光導波路または空間伝送などの伝送媒体を使用することができる。

【0033】図2に、本発明の第2の実施形態にかかる無線通信システムを示す。電磁波送信機201は、データ光信号を入力する光ファイバ211に接続されたデータ信号変調光信号発生器212と、データ信号変調光信号発生器212に接続された無線信号を出力する無線信号発生器213とを有し、無線信号発生器213には電磁波を放射するアンテナ214が接続されている。また、電磁波受信機102の構成は、図1に示した第1の実施形態と同じである。

【0034】このような構成により、データ光信号は、光ファイバ211からデータ信号変調光信号発生器212に入力される。データ信号変調光信号発生器212は、入力されたデータ光信号を重畳した光サブキャリア信号を出力し、無線信号発生器213に入力する。無線信号発生器213は、データ信号が重畳された無線信号を発生し、アンテナ214に伝送する。アンテナ214から送信された無線信号は、電磁波受信機102のアンテナ124で受信された後、無線信号受信機123によりデータ光信号に変換され光ファイバ121に出力される。

【0035】図3に、本発明の第1の実施形態の無線通信システムにおける電磁波送信機の第1の実施例を示す。図1に示した電磁波送信機101における無線信号発生器113は、光ファイバ111に接続されたO/Eコンバータ301と、光信号発生器112からの光信号をO/Eコンバータ301からの電気信号で変調する光変調器302と、光変調器302の出力に接続されたO/Eコンバータ303と、O/Eコンバータ303の出力を増幅してアンテナ114に出力する増幅器304とから構成されている。

【0036】このような構成により、データ光信号は、光ファイバ111からO/Eコンバータ301に入力され、電気信号に変換された後、光変調器302に印加される。この結果、光信号発生器112から入力された光サブキャリア信号は、光変調器302により、データ光信号に重畳されていたデータ信号が重畳される。この光サブキャリア信号は、O/Eコンバータ303により電気信号に変換された後、増幅器304により増幅され、アンテナ114に伝送される。

【0037】光変調器302には、LiNbO<sub>3</sub>結晶を用いた超高速光強度変調器を使用した。光変調器、O/Eコンバータで必要とされる帯域は、データ信号の帯域

10

20

30

40

50



である。例えば、第1の実施形態では1GHz程度であり、これらの帯域の部品は実用化されている。このように、超高周波となる光サブキャリア信号は、全て光技術により処理されているため、本実施例の無線信号発生器を用いれば、通信速度1Gbpsの無線通信システムを実現することができる。

【0038】また、本実施例では、O/Eコンバータ303の後段に増幅器304を使用しているが、O/Eコンバータ303に高速高出力を特徴とする単一キャリア走行フォトダイオードを使用すれば、後段の増幅器304を省略することができる。さらに、本実施例では、データ光信号をO/E変換した後、そのまま光変調器302に入力しているが、ミキサーなどを使用してアップコンバートした後、光変調器302に入力しても構わない。

【0039】図4に、本発明の第1の実施形態の無線通信システムにおける電磁波送信機の第2の実施例を示す。図1に示した電磁波送信機101における無線信号発生器113は、光ファイバ111の出力と光信号発生器112の出力とを合波する光プラ402と、光プラ402の出力をミキシングして電気信号に変換するO/Eコンバータ403と、O/Eコンバータ403の出力を増幅してアンテナ114に出力する増幅器404とから構成されている。

【0040】このような構成により、データ光信号は、光ファイバ111から光プラ402に入力され、光信号発生器112から入力された光サブキャリア信号と足し合わされた後、ミキサの機能を有するO/Eコンバータ403により、データ信号が重畳された無線信号に変換される。本実施例によれば、データ光信号のO/Eコンバータを省略することができる。

【0041】図5に、本発明の第1の実施形態の無線通信システムにおける電磁波送信機の第3の実施例を示す。電磁波送信機101は、図3に示した第1の実施例の無線信号発生器113と光信号発生器112とを同一のモジュールにして構成した。光信号発生器112と光変調器302とO/Eコンバータ303とは、光導波路により接続されている。本実施例によれば、光信号発生器112と光変調器302とO/Eコンバータ303とがモジュール化されているため、電磁波送信機101を小型化することができる。

【0042】同様にして、図4に示した第2の実施例の無線信号発生器113と光信号発生器112とを同一のモジュールにして、電磁波送信機101を構成することもできる。光信号発生器112と光プラ402とO/Eコンバータ403とを、同一のモジュールで構成できるので、電磁波送信機101を小型化することができる。

【0043】図6に、本発明の第1の実施形態の無線通信システムにおける電磁波送信機の第4の実施例を示

す。電磁波送信機101は、増幅器304とO/Eコンバータ303とを一体化した構成とし、光変調器302とO/Eコンバータ301と光信号発生器112とは同一装置内ではなく、光変調器302とO/Eコンバータ303とは光ファイバにより接続されている。本実施例によれば、送信機を無線信号を出力する無線部のみの簡素な構成として、光変調を行う変調部を基地局で行うシステムとすることができる。

【0044】図7に、本発明の第2の実施形態の無線通信システムにおける電磁波送信機の第5の実施例を示す。図2に示した電磁波送信機201におけるデータ信号変調光信号発生器212は、光ファイバ211に接続されたO/Eコンバータ701と、O/Eコンバータ701の出力で変調された光サブキャリア信号を発生する光信号発生器702とから構成されている。無線信号発生器213は、データ信号変調光信号発生器212に接続されたO/Eコンバータ703と、O/Eコンバータ703の出力を増幅してアンテナ214に出力する増幅器704とから構成されている。

【0045】このような構成により、データ光信号は、光ファイバ211からO/Eコンバータ701に入力され、電気信号に変換された後、光信号発生器702に印加される。光信号発生器702は、データ光信号に重畳されていたデータ信号を、光サブキャリア信号に重畳して、無線信号発生器213に出力する。無線信号発生器213は、入力された光サブキャリア信号をO/Eコンバータ703により電気信号に変換した後、増幅器704により増幅してアンテナ214に伝送する。

【0046】光信号発生器702には、能動モードロックレーザを使用する。このレーザは、電気的なデータ信号の入力により、データ信号が重畳された光サブキャリア信号を発生することができる。同様の機能を有するのであれば、受動モードロックレーザなどの光信号発生手段を用いても構わない。

【0047】本実施例において、データ信号変調光信号発生器212と無線信号発生器213とは、別のモジュールで構成され、光ファイバにより接続されているが、データ信号変調光信号発生器212と無線信号発生器213とを一体化したモジュールとし、両者を光導波路などの伝送媒体により接続しても構わない。本実施例によれば、高価な光変調器を省略することが可能となるため、安価な電磁波送信機を構成することができる。

【0048】図8に、本発明の第1または第2の実施形態の無線通信システムにおける電磁波受信機の第1の実施例を示す。図1または図2に示した電磁波受信機102は、電磁波を受信するアンテナ124に接続された無線信号受信器123を有し、無線信号受信器123は、アンテナ124に接続されたミリ波検出器801と、ミリ波検出器801の出力を増幅する増幅器802と、増幅器802の出力を光信号に変換して光ファイバ121



に出力するE/Oコンバータ803とから構成されている。

【0049】このような構成により、アンテナ124により受信された無線信号は、ミリ波検出器801により検波され、増幅器802により増幅される。さらに、E/Oコンバータ803により光信号に復調されたデータ光信号は、光ファイバ121に出力される。

【0050】本実施例において、ミリ波検出器801は、高速応答のショットキーバリアダイオードを使用した。また、図8に示した無線信号受信器123は、構成要素をモノリシックに配置したMMICを使用しても構

わない。

【0051】図9に、本発明の第1または第2の実施形態の無線通信システムにおける電磁波受信機の第2の実施例を示す。本実施例では、無線信号を検波するために、ミキサ901と発振器902とを使用した。図8に示した第1の実施例と比較して、検出感度が高く、帯域が広いという利点を有する。ただし、発振器902が必要となり、受信した無線信号と発振器の出力とを同期させる必要があるなどの欠点も有している。

【0052】図10に、本発明の第3の実施形態にかかる無線通信システムを示す。図1（または図2）に示した第1（または第2）の実施形態において用いた無線通信システムを、2組使用して双方向の無線通信システムを構成する。例えば、データ光信号を光ギガビットイーサネット上のデータ信号とすると、使用者は、光ファイバが一部途切れて無線となっているにも関わらず、送受信端末間では、全て光ファイバで接続されている場合と同じ環境で使用することができる。

【0053】図11に、本発明の第4の実施形態にかかる無線通信システムを示す。送受信機1101は、図5に示した電磁波送信機と図8に示した電磁波受信機とを同一のアンテナ1102を使用して構成する。無線信号の送受信の切替は、T/Rスイッチ1103により切り替えて行。この構成によれば、送受信可能なモジュールを形成することができる。

【0054】図12に、本発明の第5の実施形態にかかる無線通信システムを示す。図10に示した双方向の無線通信システムと異なり、非対称の無線通信システムを構成する。アクセスポイント1201から無線端末1202への下り方向のデータ通信において、アクセスポイント1201は、図1（または図2）に示した電磁波送信機101（または201）を備え、無線端末1202は、図1に示した電磁波受信機を備える。

【0055】一方、無線端末1202からアクセスポイント1201への上り方向のデータ通信は、マイクロ波領域である5.5GHzの周波数を用いた既存の無線通信システムを用いる。アクセスポイント1201で受信された電磁波は、通信プロトコル変換器1211及びE/O変換器1212により、光ファイバギガビットイー

サネットの規格に準じた光信号に変換される。

【0056】通常、無線端末1202からアクセスポイント1201へのデータ通信に要求される通信速度は、アクセスポイント1201から無線端末1202へのデータ通信に要求される通信速度に比べて遅い。従って、上り方向のデータ通信には、既存の無線通信システムを使用しても支障は少ない。この構成によれば、無線端末には、高価な光変調器や光信号発生器などのデバイスを必要としないため、無線端末の低価格化を図ることができる。

【0057】図13に、本発明の第3の実施形態の無線通信システムにかかる適用例を示す。図1に示した第1の実施形態の無線通信システムにより構成された、図10に示した第3の実施形態の無線通信システムを用いて通信ネットワークを構成した。1つの基地局1302a～1302cに対して、1または複数のアクセスポイント1301a～1301fが接続されている。このような構成により、複数のアクセスポイントに設置すべき光信号発生器112を、基地局に集約する。この結果、高価な光信号発生器112の設置数が減少し、低コストでミリ波無線通信ネットワークを構築することができる。

【0058】図14に、本発明の第5の実施形態の無線通信システムにかかる適用例を示す。図12に示した第5の実施形態の無線通信システムを用いて通信ネットワークを構成した。1つの基地局1403に対して、1または複数のアクセスポイント1201a～1201cが接続され、さらに無線回線を介して、多数の無線端末1202a～1202cが接続されている。このような構成により、1つの基地局1403から、多数の無線端末1202a～1202cに対し情報を配信することができる。また、アクセスポイントに設置すべき光信号発生器112を、基地局に集約することにより、低コストでネットワークを構築することができる。

【0059】上述した実施形態においては、振幅偏移変調方式を用いたが、他の変調方式を用いても良いことは言うまでも無い。

【0060】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、データ信号は、光信号に重畳されたデータ光信号であり、光ファイバを通して無線信号発生器あるいは光信号発生器に入力される。データ光信号は、光サブキャリア信号に重畳された後、電磁波に変換されて空間に放射されるので、電気的なシステムでは扱いが困難な100GHz以上の周波数のサブキャリア信号を使用することが可能となる。従って、サブキャリア信号の周波数を100GHz以上にすることで、データ信号の帯域を1GHz以上にすることが可能となる。

【0061】また、本発明によれば、光変調器あるいはレーザ発生器により、光サブキャリア信号をデータ光信号によって変調するため、帯域1GHz以上の変調が可

能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態にかかる無線通信システムを示した構成図である。

【図2】本発明の第2の実施形態にかかる無線通信システムを示した構成図である。

【図3】本発明の第1の実施形態の無線通信システムにおける電磁波送信機の第1の実施例を示した構成図である。

【図4】本発明の第1の実施形態の無線通信システムにおける電磁波送信機の第2の実施例を示した構成図である。

【図5】本発明の第1の実施形態の無線通信システムにおける電磁波送信機の第3の実施例を示した構成図である。

【図6】本発明の第1の実施形態の無線通信システムにおける電磁波送信機の第4の実施例を示した構成図である。

【図7】本発明の第2の実施形態の無線通信システムにおける電磁波送信機の第5の実施例を示した構成図である。

【図8】本発明の第1または第2の実施形態の無線通信システムにおける電磁波受信機の第1の実施例を示した構成図である。

【図9】本発明の第1または第2の実施形態の無線通信システムにおける電磁波受信機の第2の実施例を示した構成図である。

【図10】本発明の第3の実施形態にかかる無線通信システムを示した構成図である。

【図11】本発明の第4の実施形態にかかる無線通信システムを示した構成図である。

【図12】本発明の第5の実施形態にかかる無線通信システムを示した構成図である。

【図13】本発明の第3の実施形態の無線通信システムにかかる適用例を示した構成図である。

【図14】本発明の第5の実施形態の無線通信システム\*

\*にかかる適用例を示した構成図である。

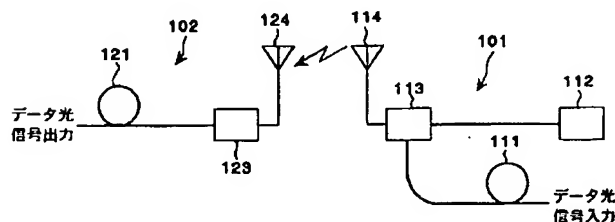
【図15】従来のワイヤレスホームネットワークで使用されている無線送受信機を示した構成図である。

【図16】従来イーサネットで使用されているケーブルの規格を示した図である。

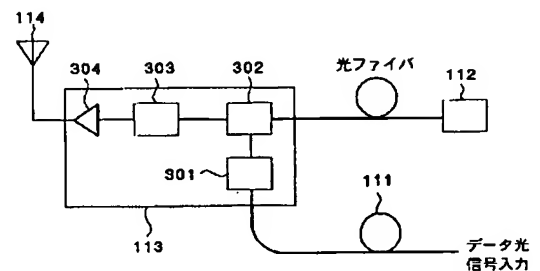
【符号の説明】

101, 101a, 101b, 201 電磁波送信機  
102, 102a, 102b 電磁波受信機  
111, 121, 211 光ファイバ  
112, 702 光信号発生器  
113, 213 無線信号発生器  
114, 124, 214, 1102, 1515, 1525 アンテナ  
123 無線信号受信器  
212 データ信号変調光信号発生器  
301, 303, 403, 701, 703 O/Eコンバータ  
302 光変調器  
304, 404, 704, 802, 1514, 1524 増幅器  
402 光カプラ  
801 ミリ波検出器  
803 E/Oコンバータ  
901, 1513, 1523 ミキサ  
902, 1512, 1522 発振器  
1101 送受信機  
1103 T/Rスイッチ  
1201, 1201a~1201c, 1301a~1301f アクセスポイント  
1202, 1202a~1202c 無線端末  
1211 通信プロトコル変換器  
1212 E/O変換器  
1302a~1302c, 1402 基地局  
1501 無線送信機  
1502 無線受信機  
1511, 1521 高周波用ケーブル

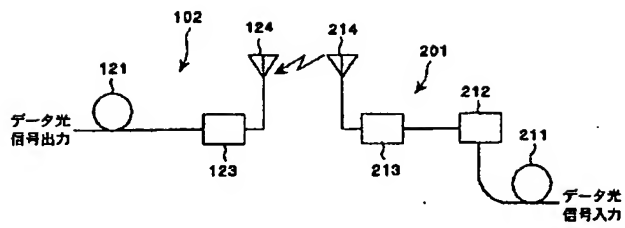
【図1】



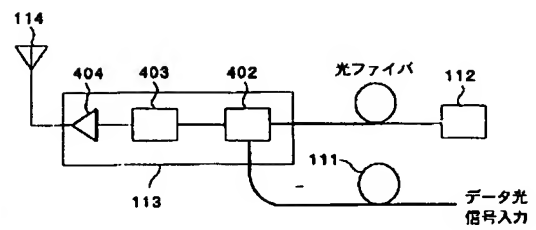
【図3】



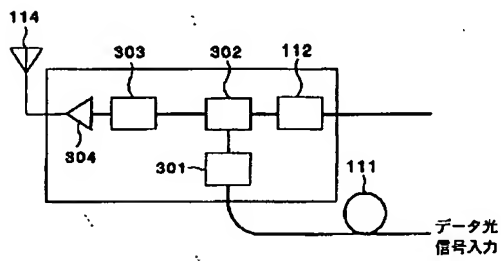
【図2】



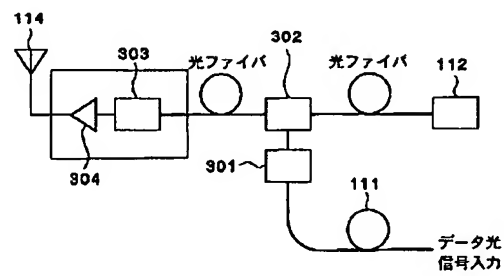
【図4】



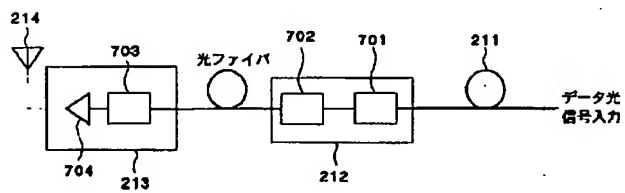
【図5】



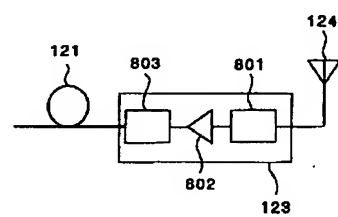
【図6】



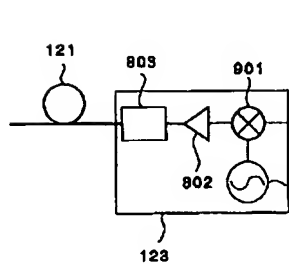
【図7】



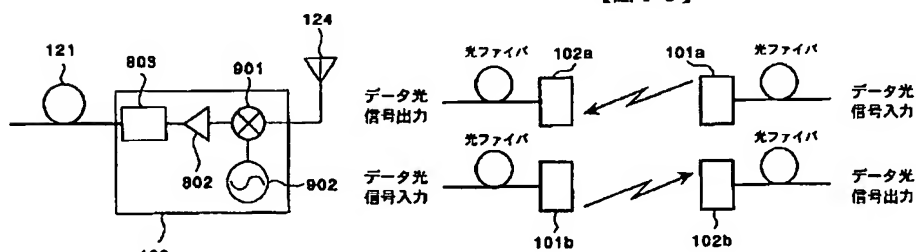
【図8】



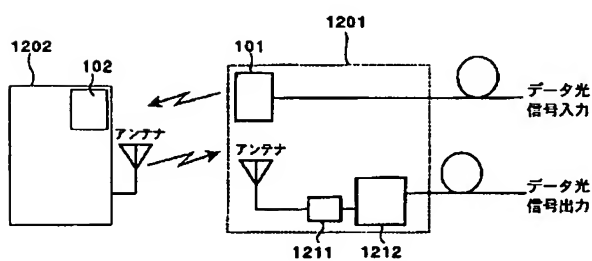
【図9】



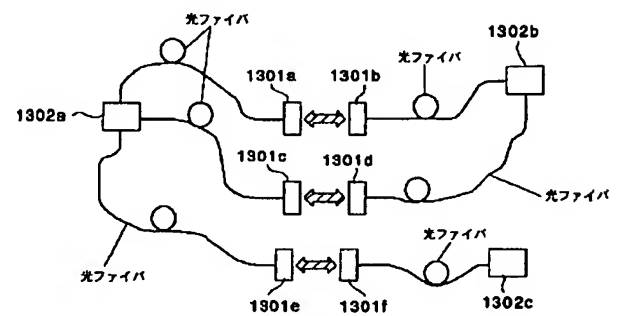
【図10】



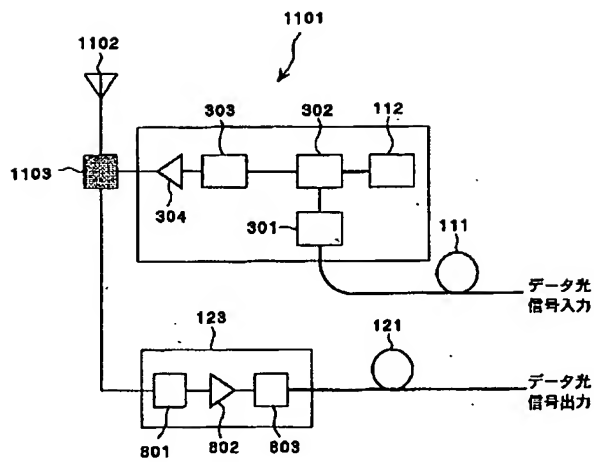
【図12】



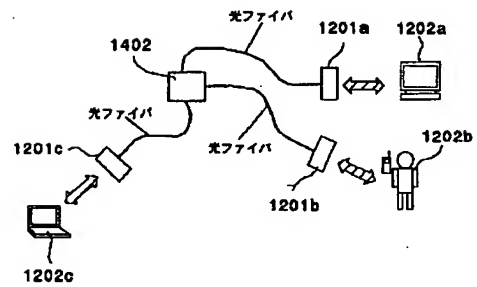
【図13】



【図11】



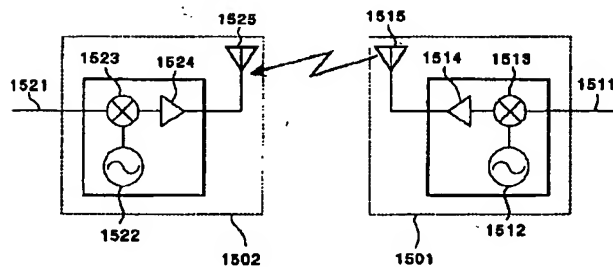
【図14】



【図16】

名 称	伝送速度	伝送媒体	伝送距離
10Base-5	10Mbps	同軸ケーブル	2.5Km
10Base-T	10Mbps	ツイストペアケーブル	100m
100Base-T	100Mbps	UTP	100m
100Base-FX	100Mbps	光ファイバー	400m
1000Base-T	1Gbps	ツイストペアケーブル	25m
1000Base-SX	1Gbps	光ファイバー	500m
1000Base-LX	1Gbps	光ファイバー	5Km

【図15】



フロントページの続き

(72)発明者 永妻 忠夫  
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日  
本電信電話株式会社内

Fターム(参考) 5K002 BA04 BA05 CA14 FA01.  
5K060 CC02 CC04 EE05 HH01 HH06  
HH09